An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México 55, Ser. Zoología (1): 271-294, 30-XI-1984.

REVISION DEL ESTADO QUE GUARDA *Phocoena sinus* NORRIS AND MCFARLAND Y DESCRIPCIÓN DE TRES NUEVOS EJEMPLARES

MICHAEL DENNIS MAGATAGAN*
EDWARD H. BOYER*
BERNARDO VILLA-RAMÍREZ**

RESUMEN

Se recuperaron los restos de tres ejemplares de *Phocoena sinus* en Puerto Peñasco, Sonora, México y después de su preparación preliminar se midieron y se hizo la comparación de su osteología. En el Centro de Estudios del Desierto y Océanos (CEDO), en Puerto Peñasco, un esqueleto fue rearticulado por el autor principal, en junio de 1982. Este artículo describe el método de rearticulación y los datos relativos a la osteomorfología comparada, de tres ejemplares y se relata la historia de éstos y otros ejemplares de *P .sinus* y de registros visuales.

ABSTRACT

The carcasses of three specimens of *Phocoena sinus* were recovered in Puerto Peñasco, Sonora, México, and after preliminary preparation were measured and comparisons conducted regarding osteology. One specimen was rearticulated at the Centro de Estudios del Desierto y Oceanos (CEDO) in Puerto Peñasco by the senior author in june of 1982. This account describes the method of rearticulation and relates data concerned with the comparative osteomorphology of the three specimens and related past history of these and other *P. sinus* specimens and sightings.

INTRODUCCIÓN

Norris y McFarland (1958) describieron a *Phocoena sinus* como una especie distinta y separada de otros focénidos, sobre la base de aparentes diferencias osteomorfológicas craneales del ejemplar tipo (recolectado en 1950) y los dos paratipos (dos cráneos encontrados en 1951). Desde entonces, 26 ejemplares adicionales se han recuperado (incluyendo cinco esqueletos completos) de San Felipe, Baja California, el Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco, Sonora, México.

* University of Arizona.
** Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

P. sinus es conocido localmente como "cochito", "vaquita", "duende" y "Gulf of California Harbor Porpoise", nombres que desafortunadamente, aún en su área, son poco entendidos y hasta confusos .Como se le observa muy raramente en la naturaleza, es difícil su identificación positiva en el campo. En más de una vez uno de los autores (M. D. M) tuvo la información de que un cochito se había varado en una playa cercana a Puerto Peñasco. Después de una breve explicación de las diferencias entre los cetáceos, dos personas aún insistieron en que habían visto a una vaquita. Después de examinarlos, los ejemplares resultaron ser dos lobos marinos del género *Zalophus*. Igual experiencia tuvo otro de nosotros (B. V. R.) en Bahía de los Angeles. Uno de los pescadores de larga residencia en el lugar aseveró que había visto a un cochito en el extremo más lejano de la pista de aterrizaje, cercana al poblado. Con efecto, el cadáver estaba ahí, pero era de un *Tursiops truncatus*.

P. sinus es un cetáceo odontoceto de la familia Phocoenidae. El género incluye a *P. phocoena, P. spinnipinnis* y *P. dioptrica*. Las descripciones del tipo y los paratipos se encuentran en Norris y McFarland (1958); Orr (1969) describió un ejemplar recolectado en Puertecitos, Baja California Norte, en 1968; Noble y Fraser (1971) describieron los aspectos postcraneales del primer ejemplar completo recolectado (encontrado en 1964 cerca de San Felipe, Baja California).

Aunque *P. sinus* ha sido observado vivo, poco se sabe acerca de la coloración del animal, pero como en la mayoría de los cetáceos, la superficie dorsal es marcadamente más obscura que la ventral y en esta especie, está presente una aleta rayada. Esta raya es más ancha en la inserción anterior de la aleta y remata en punta distalmente (Brownell, 1983, 198:1-3). La longitud total (basada en cinco especímenes documentados) varía alrededor de 1.37 a -.53 m en el adulto y se cree que los hijos son de casi 810 mm al nacer. Se cree que los adultos pesan de 80 a 125 libras (más o menos de 36 a 45.36 kg) Watson (1981).

De un ejemplar de *P. sinus* obtenido cerca de San Felipe en 1967, el contenido estomacal incluyó los otolitos del roncacho (*Orthopristis reddingi*) y de corvineta o roncador del Golfo (*Bairdiella icistius*) y restos de calamar (Fitch and Brownell, 1968; Brownell, 1983, 198:1-3).

Las cifras de mortalidad documentada colocan a *P. sinus* en y alrededor de las áreas de mayor actividad pesquera de totoaba (*Cynoscion macdonaldi*) que son San Felipe, El Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco. Brownell (*supra cit.*) atribuye esta mortalidad a capturas incidentales en redes agalleras colocadas para totoaba. Este autor estima la captura incidental para 1970 en "decenas a cientos" de individuos. Se ha informado que *P. sinus* también ha sido objeto de menores capturas incidentales en redes de arrastre para camarón (Norris and Prescott, 1961). Se cree que *P. sinus* es endémica del Golfo de California y que puede estar restringida a la parte norte del mismo (Villa, R. B., 1976).

P. sinus fue enlistada como vulnerable en 1978 por la International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (The Red Data Book) y

está en la la lista del Apéndice I de la Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora en 1979. Además, B. Villa R. (1978) colocó a *P. sinus* en las Especies Mexicanas de Vertebrados Silvestres raras o en Peligro de Extinción (la lista de vertebrados raros) en 1978.

Aún con esta protección y con el decreto de la ley acerca de los Mamíferos Marinos de 1972 (U.S. Marine Mammal Act, 1972), la conservación de la población de *P. sinus* dependerá, ciertamente, del hecho de que la industria de la totoaba deje de ser legal o lucrativa. Se ha observado una declinación en la mortalidad de *P. sinus* en las redes agalleras desde que terminó la industria de la pesca de totoaba.

Pensamos que el descubrimiento reciente de tres ejemplares completos de *P. sinus* arroja nueva luz sobre alguno de los aspectos de la historia natural de este animal y puede permitirnos obtener conclusiones significativas acerca de la evolución de esta especie. Sin embargo, es necesario hacer una revisión de lo que se conoce de ella antes de agregar la nueva información que hemos recopilado.

Revisión

En el pasado, poco se sabía en torno de la historia natural de *P. sinus*. En 1950, Kenneth S. Norris encontró y registró el primer cráneo de esta nueva especie. Lo designó como ejemplar tipo de *P. sinus*; después, en 1951, se recuperaron dos cráneos suplementarios por James Warren y Paul Kellogg. A estos ejemplares se les designó como paratipos por Kenneth S. Norris. Norris y MacFarland (1958) publicaron la descripción original de la nueva especie sobre la base de similitudes osteomorfológicas entre el tipo y los paratipos y las diferencias entre ejemplares de otros miembros del género. Entre 1951 y 1964, dos nuevos cráneos se recuperaron a 19 kilómetros al norte de San Felipe (McIntyre, notas de campo inéditas), pero no fue sino hasta 1964 que se recuperó un ejemplar completo por Norris. Este ejemplar fue donado subsecuentemente al British Museum of Natural History (Noble and Fraser, 1971). Durante el periodo 1964 a 1966 dos cráneos más y otro, fragmentado, fueron recuperados (McIntyre, notas de campo inéditas). A fines de abril de 1966, se encontró a otro ejemplar completo en la playa, a 24 kilómetros al norte de San Felipe por Robert Brownell. No fue sino hasta un año después que el tercero y el último ejemplar completo registrado, fue rescatado de entre 20 a 25 kilómetros al norte de San Felipe, Baja California, por R. Brownell (McIntyre, notas de campo inéditas).

Durante los siguientes 11 años, los únicos rescates documentados de *P. sinus* consistieron de dos cráneos completos y uno parcial. Uno de estos cráneos fue recolectado por George Callison en 1971 precisamente un año antes de que la "Marine Mammal Act" fuera promulgada. Esta ley prohibió la importación de mamíferos marinos a través de cualquier punto de la frontera de los Estados Unidos de América del Norte y subsecuentemente inhibió la investigación de

cetáceos por científicos estadounidenses. De 1971 a 1979 no se tuvieron informes de nuevos ejemplares. Los ejemplares de museo se enlistan en la Tabla 1.

TABLA 1

Fecha	*Colector*	*Sexo*	*Longitud*	*No. Catálogo*	*Localidad de Colecta*
3/18/50	K. Norris			MVZ 120933	San Felipe, B.C.
12/ /51	J. Warren			MVZ 120934	San Felipe, B.C.
12/ /51	P. Kellogg			USNM 303308	San Felipe, B.C.
11/22/62	BHB			———	10 mi S San Felipe, B.C.
1960	Desconocido			LACM 20697	San Felipe, B.C.
1964	K. Norris			BMNH 69678	12 mi N San Felipe, B.C.
1964	BHB			———	1-10 mi S San Felipe, B.C.
1966	P. Grignon			LACM 21555	17 mi S Pt. Diggs, B.C.
1966	R. Brownell			LACM 20689	10 mi N San Felipe, B.C.
4/24/66	R. Brownell	F	1.39 m	LACM 20688	15 mi N San Felipe, B.C.
9/23/66	R. Brownell			LACM 27407	17 km N San Felipe, B.C.
4/ 1/67	R. Brownell	F	1.50 m	LACM 184259	20-25km San Felipe, B.C.
8/18/68	R. Bandar			14631	San Felipe ,B.C.
7/10/70	R. Brownell			LACM 51138	20 km San Felipe, B.C.
2/ 5/71	G. Callison			LACM 33496	El Golfo de Santa Clara, Sonora, México.

Materiales y métodos

El 20 de noviembre de 1979, uno de nosotros (E. H. B.) descubrió dos ejemplares completos de *P. sinus* sobre la línea de la marea alta de la Playa Estación, Puerto Peñasco, Sonora, México. Los ejemplares se localizaron al sureste de "The University of Arizona Research Facility" (casa García) y se encontraron muy cerca uno del otro. El ejemplar No. 1 (el más grande de los dos) fue de aproximadamente 1.52 m. y el No. 2 de 1.37 m. de largo. Ambos estaban en un grado avanzado de descomposición y muy pocos datos acerca de su morfología externa se pudieron obtener. No obstante, ambos ejemplares se identificaron como *P. sinus,* basados en su tamaño general y en el número y tipo de sus dientes (21/18-21/18 pequeños y en forma de zapa).

El ejemplar No. 1 fue decapitado y los componentes postcraneales posteriormente se enterraron en el desierto. El cráneo se limpió manualmente y los dientes se colocaron en su lugar con una goma disuelta en agua. Los elementos postcraneales se recuperaron a principios de 1980 y se limpiaron por la acción de los derméstidos. El ejemplar se donó a la Colección Mastozoológica del Instituto de Biología de la Universidad Naciocnal Autónoma de México (UNAM) en la Ciudad de México. El ejemplar se integró a la Colección en Catálogo de Campo 5863 B. V. R.

El ejemplar No. 2 se conservó en refrigeración por dos años y luego se limpió

manualmente, se midió y se donó a la misma Colección del Instituto de Biología con el número 19588 IB y número de catálogo de campo 5894 B. V. R.

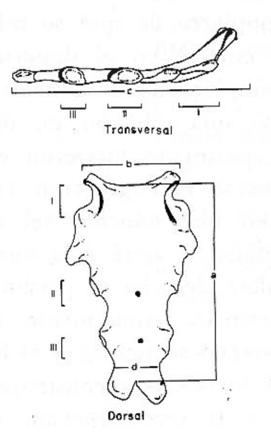
En diciembre de 1980 un tercer ejemplar de *P. sinus* se encontró en la playa Las Conchas, en Puerto Peñasco, solo a uno o dos kilómetros del lugar donde se descubrieron los ejemplares 1 y 2. Aunque el ejemplar estaba fresco, las aletas caudales estaban severamente dañadas y el cadáver con muchas cicatrices. La superficie dorsal, de color negro obscuro, tenía un borde lateral claramente definido y la superficie ventral fue de coloración Canela (Cinnamon, Ridway, 1911) obscuro o pardo claro. La aleta dorsal era pequeña y relativamente baja, con un borde posterior más triangular que cóncavo. Las aletas pectorales fueron desproporcionadamente pequeñas e infortunadamente el sexo no pudo ser determinado a causa de su deterioro (tampoco fue determinado el sexo para los otros dos ejemplares de que se informa en este trabajo, por la misma razón) y después se enterró en el desierto cerca del CEDO.

Dos años después, el ejemplar fue exhumado y la carne removida de los huesos manualmente. Se usó una solución de detergente suave para eliminar la carne disuelta y algunas partes se hirvieron en agua para acelerar el proceso de limpieza. Los huesos se desengrasaron en una solución de cloruro de metileno y se les preservó en una solución del diez por ciento de goma laca en cuarenta por ciento de etanol y agua. Los huesos se rearticularon en CEDO en el verano de 1982. La aleta derecha se perdió antes del proceso de enterramiento y la izquierda se destruyó parcialmente (sólo el húmero, radio y ulna se recuperaron). El radio derecho se perdió y el húmero de ese lado sólo quedó parcialmente intacto. Ambos huesos se reconstruyeron con cera de modelar que solidificó con cyano-acetato y la reconstrucción se protegió externamente con resina Epoxy, cuatro costillas del lado izquierdo se perdieron y dos se rompieron por la mitad, perdiéndose las porciones distales.

El esqueleto se rearticuló haciendo perforaciones de 1/8 de pulgada de diámetro a través del centro de cada vértebra e insertando a cada una en una varilla de metal de cuatro pies de largo (1.25 m.). La varilla se afianzó al atlas anteriormente y las vértebras se mantuvieron firmes por una vértebra caudal a la que se insertó una tuerca. Las costillas se pegaron a las facetas que llevan los procesos transversos de las vértebras torácicas (dorsales) con pegamento Epoxy y las escápulas se sujetaron en su lugar con alambre. Los huesos de las aletas pectorales se colocaron en su sitio, con cera de modelar como una articulación de soporte y a los huesos se les pegó con Epoxy. La rearticulación y las medidas del esqueleto se terminaron en el verano de 1982 y el ejemplar fue integrado a la Colección de Mastozoología del Instituto de Biología UNAM en agosto de 1982 con el número 19589 IB y número de catálogo 5895 B. Villa R.

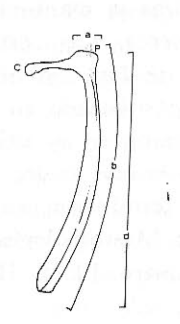
Las ilustraciones se utilizan en este informe con el objeto de clarificar ambigüedades en las medidas y en detalles de los huesos. Todos están a escala (a menos que se especifique otra cosa) y con excepción de las figuras 7-11, redibujadas por J. P. Gallo del ejemplar 19589 IB, se dibujaron a mano por el autor principal, del material original para este propósito.

Se elaboró una serie de medidas para todos los huesos separados del esqueleto postcraneal, porque no existe ningún patrón claro de medidas que sea uniforme para el esqueleto de los pequeños cetáceos, excepto en el género *Stenella* (Perrin, 1975). Las medidas que se usaron fueron seleccionadas con la idea básica de su posible futura importancia, porque puede ser útil para análisis en la comparación de edad o en trabajos de evolución. Más de 300 características postcraneales del esquelto y 52 del cráneo se midieron en cada ejemplar (figs. 1 a 5). Las medidas seleccionadas para el cráneo incluyen la mayoría de las que se han usado en la literatura de *P. sinus* (Norris and MacFarland, 1958; Noble and Fraser, 1971 y Orr, 1969). Todas las medidas se tomaron a una precisión de 0.01 cm., con un calibrador Vernier y regla de acero. Las medidas están en centímetros a menos que se indique otra cosa.



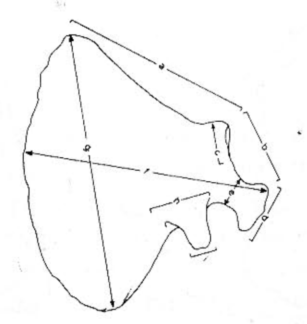
ESTERNON

(Fig. 1) Dos vistas del esternón del ejemplar No. 3 mostrando las medidas usadas en el texto. a) distancia entre la escotadura intraclavicular y el extremo distal del apéndice ensiforme; b) anchura del manubrio; c) longitud del esternón; d) anchura del apéndice ensiforme, (I-III): anchura de las facetas costales del esternón.



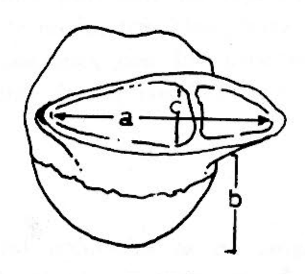
COSTILLAS

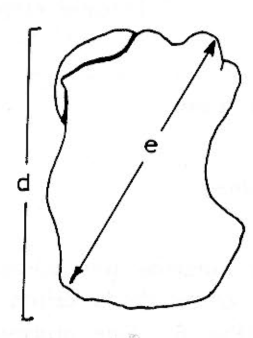
(Fig. 2). Aspecto anterior de la costilla izquierda del ejemplar número 3 mostrando las medidas señaladas en el texto. a) anchura del proceso; b) longitud de la curvatura; c) longitud total de la costilla; P a C: distancia de proceso a la cabeza.

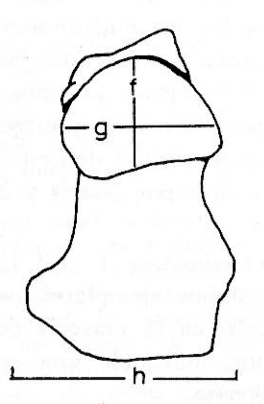


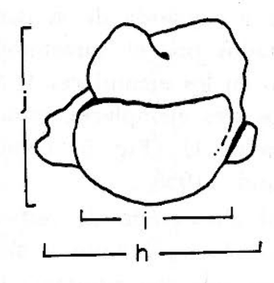
ESCAPULA

(Fig. 3). Aspecto transverso de la escápula izquierda del ejemplar número 3 mostrando las medidas usadas en el texto. a) longitud del borde axilar; b) distanica entre la cavidad glenoide y el proceso coracoide (incluyendo la cavidad glenoide); c) diámetro de la cavidad glenoide; d) anchura mayor del proceso coracoide; e) constricción mayor del proceso coracoide; f) longitud de la escápula; g) anchura de la escápula; h) anchura de la base del proceso acromio; i) constricción mayor del proceso acromio.



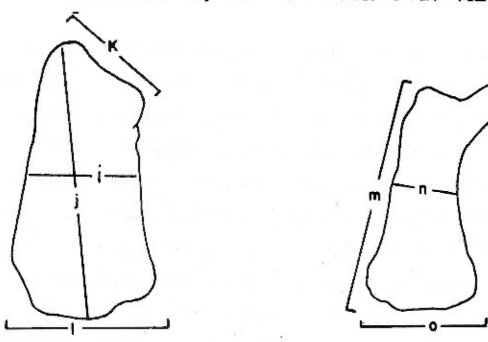






HUMERO

(Fig. 4). Cuatro vistas del húmero del ejemplar 3 mostrando las medidas usadas en el texto. a) distancia entre los condilos medial y lateral; b) radio de la cabeza; c) anchura de la tróclea; d) longitud del húmero; e) longitud mayor del húmero (del teres minor al condilo interno); f) altura de la cabeza; g) anchura de la cabeza; h) longitud de la tróclea; i) anchura de la cabeza; j) anchura del húmero.



RADIO Y ULNA

(Fig. 5). Aspecto transverso del radio y ulna del ejemplar 3 mostrando las medidas usadas en el texto. i) anchura del radio; j) altura de la caña del radio; k) anchura de la cabeza del radio; l) longitud mayor del radio; m) distancia entre el coracoide y el proceso estiloide; n) constricción mayor de la ulna; o) anchura mayor de la ulna; p) distancia entre el proceso sigmoide y el proceso estiloide.

Resultados

El Cráneo

En nuestros tres ejemplares, los huesos maxilares no se extienden lateralmente arriba de la órbita como lo hace el proceso supraorbitario de los frontales (Fig. 6). Este proceso está bien fusionado y forma un engrosamiento que se extiende lateralmente (Fig. 7). Los huesos nasales son prominentes y las fosas nasales contienen un volumen promedio de 16, 9 y 13 centímetros cúbicos para los ejemplares 1, 2 y 3 respectivamente. Los huesos nasales son toscamente ovoides, pero muestran mayor inconsistencia en las dimensiones derecha e izquierda de la nariz de cada ejemplar. Los huesos nasales están sobremontados por el mesetmoide y están separados por 3.2 ,3.0 y 4.0 mm. del hueso en los ejemplares 1, 2 y 3 respectivamente. Los palatinos y los pterigoides, en los tres ejemplares, están indemnes y muestran claramente una depresión en forma de U (Fig. 8) como se describe en el ejemplar tipo por Norris y MacFarland (1958).

El alto grado de osificación de la sutura en los ejemplares 1 y 3 indica un estado semiadulto o adulto (la longitud total de ambos ejemplares parece indicar que son adultos). El ejemplar 2, es más pequeño en la mayoría de sus medidas y las suturas están fusionadas en grado menor, indicando una condición más juvenil. No es posible dar una edad más precisa.

Nuestros ejemplares claramente muestran características de un cráneo sólido y robusto (Tabla 2) como se ha descrito en ejemplares previos por Norris y MacFarland (1958) y Noble y Fraser (1971). No dudamos de que nuestros ejemplares, recolectados en Puerto Peñasco, corresponden realmente al criterio aplicado por Norris y McFarland (*supra cit.*) para la especie *Phocoena sinus.*

Esqueleto Post-Craneal

El esternón en el ejemplar 3 está intacto y completamente fusionado, llevando dos perforaciones (una medial y otra proximal a la porción anterior del apéndice ensiforme). El esternón del ejemplar 2 está, también, completamente fusionado e intacto, pero le faltan las perforaciones que presenta el ejemplar 3. El esternón del ejemplar 1 contiene las perforaciones antedichas, pero, además, presenta una deformación peculiar de la extensión izquierda del apéndice ensiforme, alterando su forma general. Sus medidas se dan en la lista de la tabla 3. El ejemplar 3 contiene un conjunto parcial de costillas con algunas perdidas y otras mutiladas en su mitad con las porciones distales ausentes. El ejemplar 2 tiene casi toda la serie completa de costillas con algunas, del lado izquierdo, fracturadas y muestran regeneración antes de que muriera el animal. El ejemplar 1 contiene la serie completa de costillas (menos las dos vestigiales) con una parcialmente regenerada en el lado izquierdo. El "captaculum" está ausente en los tres ejemplares, después de la séptima costilla y la 14a. no tienen articulaciones con los procesos transversos de su correspondiente vértebra. Las medidas de las costillas se enlistan en la Tabla 4.

TABLA 2

Descripción de las medidas	*1*	*2*	*3*
Longitud basal	21.2	21.3	22.3
Longitud condilobasal	23.1	22.3	23.1
Longitud mayor del cráneo	23.2	23.4	23.3
Anchura de la caja craneal	11.0	10.8	11.1
Anchura mínima interorbitaria	12.7	12.2	12.9
Constricción postorbitaria	10.5	12.1	12.5
Anchura del rostro en el arco precigomático	7.1	6.8	7.8
Longitud del rostro en el arco precigomático	9.6	10.1	7.8
Punta anterior del rostro al borde anterior de la nariz izquierda	11.7	11.7	12.1
Anchura nasal incluyendo ambas narices	3.1	2.8	3.2
Diámetro de: nariz externa izquierda	1.4	1.3	1.4
Diámetro de: nariz externa derecha	1.4	1.2	1.4
Profundidad de: nariz externa izquierda	4.5	4.0	4.2
Profundidad de: nariz externa derecha	4.2	3.8	4.2
Long. del diámetro de: nariz externa izquierda	1.7	1.8	1.7
Long. del diámetro de: nariz externa derecha	3.8	1.7	3.1
Diámetro de: órbita izquierda	3.9	4.0	3.5
Diámetro de: órbita derecha	3.8	4.2	3.1
Anchura del lóbulo occipital	10.8	10.7	10.5
Altura del lóbulo occipital en el borde de los cóndilos occipitales	8.5	8.6	8.7
Altura de: cóndilo occipital izquierdo	4.0	3.8	4.0
Altura de: cóndilo occipital derecho	3.9	3.7	4.0
Anchura mayor de los cóndilos occipitales	2.6	2.4	2.6

Anchura del "foramen magnum"	3.5	3.1	3.4
Altura del "foramen magnum"	3.5	3.3	3.4
Punta anterior del rostro en el borde anterior del vómer	11.4	11.6	11.8
Longitud del agujero de la ámpula timpánica en el lado izqueirdo	4.1	2.5	1.8
Longitud del agujero de la ámpula timpánica en el lado derecho	4.0	4.1	2.1
Anchura palatal a nivel del último molar	4.8	5.6	5.5
Longitud palatal	11.6	11.6	12.0
Longitud del hueso maxilar en el lado izquierdo	17.5	17.8	17.6
Longitud del hueso maxilar en el lado derecho	17.9	18.2	18.6
Longitud alveolar de dientes en el maxilar izquierdo	6.3	8.3	6.4
Longitud maxilar de dientes en el maxilar derecho	6.2	8.1	6.8
Número de alveolos vacíos en el maxilar izquierdo	——	21	——
Número de alveolos vacíos en el maxilar derecho	——	21	——
Número de alveolos vacíos del premaxilar izquierdo	1	1	1
Número de alveolos vacíos del premaxilar derecho	1	1	1
Longitud mayor del hueso dentario izquierdo	17.9	17.7	18.4
Longitud mayor del hueso dentario derecho	18.2	17.7	18.9
Longitud de la porción dentífera del dentario izquierdo	7.6	7.9	7.9
Longitud de la porción dentífera del dentario derecho	7.5	7.6	8.1
Anchura mayor de las mandíbulas en el sexto diente	2.8	2.5	2.7
Angulo formado por la expansión lateral de la mandíbula	44	44	45
Expansión dorso-ventral de la mandíbula	19	44	45
Altura del ramal del hueso dentario izquierdo	5.3	5.2	5.4
Altura del ramal del hueso dentario derecho	5.1	5.1	5.4
Número de alveolos en el hueso dentario izquierdo	18	18	18
Número de alveolos en el hueso dentario derecho	18	19	18
Número total de dientes recuperados	36	40	48
Desviación ventral del rostro en el eje baso-craneal	28.4	29.1	30.0

Las escápulas de los tres ejemplares se recuperaron intactas. Sus medidas se dan en la Tabla 5.

A causa de los daños que sufrieron antes de que el ejemplar 3 se enterrara, fue necesario reconstruir el húmero y el radio antes de que fuera posible armar al ejemplar. Las medidas del húmero, radio y ulna se tomaron del lado izquierdo en todos los ejemplares y se enlistan en la Tabla 6.

Las medidas de las vértebras y de los huesos chevrones se enlistan en las tablas 7, 8 y 9.

TABLA 3

ESTERNON	*Ejemplar número* 1	2	3
a. Distancia entre la escotadura interclavicular y extremo distal del apéndice ensiforme	7.4	7.7	9.8
b. Anchura del manubrio	4.5	3.9	4.6
c. Longitud del esternón	9.5	9.0	11.1
d. Anchura del apéndice ensiforme	1.7	1.7	2.8
I. Anchura del alveolo	1.2	1.0	1.7
II. Anchura del alveolo	1.1	0.8	1.0
III. Anchura del alveolo	1.3	0.9	1.1

TABLA 4

No.	*Longitud (d)* 1	2	3	*Long. circunferencia (b)* 1	2	3
Izquierda						
1	——	10.0	7.5	——	15.2	11.8
2	11.0	14.3	11.3	15.8	20.0	15.9
3	15.1	16.4	16.0	21.4	23.7	21.7
4	18.2	19.0	19.4	26.2	26.0	26.6
5	20.3	18.3	21.1	28.1	25.0	28.2
6	21.0	19.8	22.1	29.6	26.5	29.7
7	21.6	19.7	21.9	29.7	26.5	29.7
8	21.2	18.2	——	28.6	25.4	——
9	21.3	19.5	——	27.0	23.7	——
10	20.8	18.9	——	25.6	22.8	——
11	20.5	18.0	——	24.0	21.8	——
78	19.3	17.8	——	22.9	21.2	——
13	18.2	16.6	——	20.9	20.1	——
14	19.0	15.5	——	20.2	17.8	——
Derecha						
1	——	9.7	——	——	15.2	——
2	10.4	13.6	11.3	15.6	20.5	16.3
3	14.9	16.5	15.3	21.2	23.5	21.8
4	18.3	19.0	19.1	26.2	25.5	27.0
5	19.9	——	21.4	29.5	——	28.8
6	21.4	19.7	22.3	29.5	25.8	30.0
7	21.8	——	22.6	29.4	——	30.2
8	21.5	——	21.9	25.2	——	28.4
9	20.5	19.5	21.7	26.6	25.2	26.2
10	21.1	18.8	20.8	24.5	21.4	25.1
11	19.6	19.5	20.7	23.2	23.7	25.2
12	19.7	——	19.8	22.0	——	23.8
13	19.3	16.8	18.9	21.6	20.0	21.8
14	19.6	15.6	——	——	18.5	——

TABLA 4 (continuación)

	Distancia (P-C)			*Anchura del Proceso (a)*		
	1	*2*	*3*	*1*	*2*	*3*
Izquierda						
1	——	2.7	3.0	——	1.0	0.6
2	2.9	2.9	3.0	0.7	0.9	0.6
3	3.0	2.7	3.0	0.7	0.8	0.7
4	2.9	2.6	2.9	0.8	0.6	0.9
5	2.9	——	2.8	0.8	——	1.0
6	2.7	2.7	2.7	0.9	0.7	1.1
7	2.8	——	2.7	1.0	——	1.1
8	1.6	——	——	1.0	——	——
9	——	——	——	1.1	0.9	——
10	——	——	——	1.2	0.7	——
11	——	——	——	1.1	0.9	——
12	——	——	——	0.8	——	1.0
13	——	——	——	0.6	0.7	0.9
14	——	——	——	——	0.7	——
Derecha						
1	——	2.8	——	——	0.9	——
2	3.0	2.9	3.0	0.5	0.8	0.5
3	2.8	2.9	3.1	0.6	0.7	0.6
4	2.9	2.6	3.1	0.7	0.7	0.7
5	2.8	2.7	2.9	0.8	0.7	0.8
6	2.8	2.6	2.9	1.0	0.7	1.0
7	2.7	2.6	2.9	1.1	0.7	1.0
8	1.4	2.8	2.7	1.1	0.6	1.0
9	——	——	1.7	1.1	0.8	1.1
10	——	——	——	1.2	0.8	0.9
11	——	——	——	1.1	0.9	1.1
12	——	——	——	0.9	0.8	1.0
13	——	——	——	0.6	0.8	0.9
14	——	——	——	——	0.7	——

TABLA 5

Escapula	*Ejemplar número* 1	2	3
a) Longitud del borde axilar	8.9	7.9	9.1
b) Distancia entre la cavidad glenoide y el coracoide (incluyendo la cavidad glenoide)			
c) Diámetro de la cavidad glenoide	2.3	2.1	2.4
d) Anchura mayor del proceso coracoide	2.0	1.9	2.4
e) Contricción mayor del proceso coracoide	1.1	1.1	1.2
f) Longitud de la escápula	11.4	9.5	12.8
g) Anchura de la escápula	12.7	11.8	13.6
h) Anchura de la base del acromio	1.0	1.0	1.2
i) Contricción mayor del proceso acromio	0.4	0.4	0.6

TABLA 6

Cintura pectoral	*Ejemplar número* 1	2	3
a. Distancia entre los cóndilos medial y lateral	5.6	2.6	3.1
b. Radio de la cabeza	0.7	1.1	1.2
c. Anchura de la tróclea	1.2	0.8	1.1
d. Longitud del húmero	5.1	5.5	5,5
e. Longitud mayor del húmero	5.6	4.9	5.5
f. Altura de la cabeza	2.1	2.2	2.3
g. Anchura de la cabeza	2.5	2.3	2.6
h. Longitud de la tróclea	2.9	3.3	3.3
i. Anchura de la cabeza	2.5	2.3	2.6
j. Anchura del húmero	3.4	3.2	3.5
k. Anchura del radio	3.0	2.7	3.1
l. Altura de la caña del radio	6.7	6.1	7.2
m. Anchura de la cabeza del radio	1.8	1.6	2.6
n. Anchura mayor del radio	3.8	3.5	3.6
o. Distancia entre el coracoide y el proceso estiloide	5.4	5.3	5.1
p. Contricción mínima de la ulna	1.5	1.3	1.6
q. Anchura mayor de la ulna	2.9	2.5	2.7
r. Distancia entre el proceso sigmoide y el proceso estiloide	5.7	5.4	5.6

TABLA 7

Varios	Ejemplar número 1	2	3
No. de vértebras cervicales	7	7	7
No. de vértebras cervicales fusionadas	3	3	3
No. de vértebras dorsales (torácicas)	13	13	13
No. de vértebras lumbares	14	14	14
No. de vértebras caudales (recuperadas)	16	23	26
No. total de vértebras (recuperadas)	50	57	60
No. de huesos chevrones (recuperados)	15	15	8

TABLA 8

Vértebra No.	Grosor del centrum			Longitud del proceso transverso		
	1	2	3	1.	2	3
1	2.00	2.23	2.10	—	—	—
2	—	fusionado	—	,,	,,	,,
3	—	fusionado	—	,,	,,	,,
4	0.35	0.39	0.35	,,	,,	,,
5	0.32	0.41	0.35	,,	,,	,,
6	0.35	0.47	0.50	,,	,,	,,
7	0.44	0.55	0.65	2.3	2.3	2.0
8	0.93	0.51	1.05	2.7	2.4	2.7
9	1.35	0.71	1.35	3.3	2.5	3.0
10	1.72	0.87	1.75	3.5	1.9	3.6
11	1.91	1.69	1.90	3.3	2.4	3.3
12	2.08	1.65	2.05	3.1	2.1	3.3
13	2.17	1.68	2.23	3.2	1.8	2.3
14	2.21	1.74	2.25	2.8	1.7	2.9
15	2.29	1.34	2.35	3.1	1.8	2.9
16	2.27	1.40	2.35	2.6	1.9	2.7
17	2.33	1.35	2.40	2.6	2.6	2.7
18	2.37	1.78	2.45	2.5	3.3	2.7
19	2.40	1.25	2.40	3.4	5.3	3.5
20	2.32	1.30	2.40	6.2	5.8	7.3
21	2.22	1.08	2.22	6.6	6.0	8.1
22	2.19	1.21	2.19	6.8	6.0	8.1
23	2.06	1.20	2.06	6.8	5.9	7.9
24	2.03	1.07	2.03	6.7	5.9	7.8
25	2.13	1.10	2.13	6.7	5.9	7.8
26	2.20	1.10	2.20	6.6	5.6	7.8
27	2.06	1.15	2.06	6.6	5.5	7.9
28	2.06	1.15	2.06	6.3	5.2	7.5
29	2.10	1.20	2.10	5.8	5.0	6.9

30	2.15	1.20	2.15	5.6	5.1	6.9
31	2.13	1.20	2.13	5.5	4.5	6.4
32	2.13	1.35	2.13	5.3	4.3	6.5
33	2.23	1.28	2.23	5.1	4.0	6.1
34	2.28	1.24	2.28	4.8	3.8	6.0
35	2.26	1.40	2.26	4.6	3.4	5.7
36	2.20	1.65	2.25	4.3	2.9	5.5
37	2.18	1.25	2.30	4.1	3.0	5.4
38	2.18	1.48	2.25	3.7	2.5	5.0
39	2.17	1.23	2.20	3.2	2.3	4.9
40	2.15	1.24	2.20	2.8	1.8	4.4
41	2.12	1.20	2.20	2.8	0.8	3.7
42	2.18	1.30	2.20	1.3	0.4	2.8
43	2.14	1.58	2.00	0.6		2.2
44	2.07	1.48	2.00	0.3		1.8
43	2.14	1.58	2.00	0.5	——	2.2
44	2.07	1.48	2.00	0.3	——	2.2
45	2.07	1.45	1.95	—	,,	,,
46	2.01	1.47	2.00	,,	,,	,,
47	1.95	1.42	1.80	,,	,,	,,
48	1.86	1.35	1.65	,,	,,	,,
49	1.68	1.12	1.40	,,	,,	,,
50	1.50	0.90	1.10	,,	,,	,,
51	——	0.95	0.90	,,	,,	,,
52	——	0.75	0.65	,,	,,	,,
53	——	0.73	0.70	,,	,,	,,
54	——	0.73	0.60	,,	,,	,,
55	——	0.65	——	,,	,,	,,
56	——	0.64	0.75	,,	,,	,,
57	——	0.68	0.75	,,	,,	,,
58	——	——	0.65	,,	,,	,,
59	——	——	0.65	,,	,,	,,
60	——	——	0.65	,,	,,	,,

TABLA 8 (continuación)

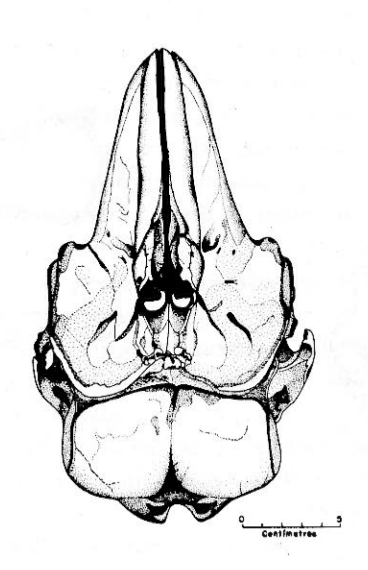
Vértebra No.	*Altura de la espina neural*			*Altura de la faceta del proceso transverso*		
	1	*2*	*3*	*1*	*2*	*3*
1	——	Ninguno	——	—	——	—
2	,,	,,	,,	,,	,,	,,
3	,,	,,	,,	,,	,,	,,
4	,,	,,	,,	,,	,,	,,
5	,,	,,	,,	,,	,,	,,
6	,,	,,	,,	,,	,,	,,
7	,,	,,	,,	0.7	0.7	——
8	4.1	4.8	5.3	1.0	1.7	1.2
9	4.8	5.7	6.3	1.2	1.0	1.1
10	5.6	6.2	6.4	1.1	0.8	1.1
11	5.8	6.2	6.7	1.1	0.7	1.1
12	6.7	6.4	7.1	1.0	0.7	1.2

13	6.9	6.4	6.9	1.3	0.7	1.2
14	7.1	6.3	7.2	1.2	0.8	1.4
15	7.1	6.4	7.3	1.4	0.9	1.4
16	7.1	6.4	7.5	1.5	1.0	1.4
17	7.1	6.3	7.6	1.6	0.8	1.4
18	7.3	6.6	7.8	1.4	0.5	1.8
19	7.5	6.7	7.9	1.3	0.3	1.6
20	7.6	6.9	8.0	—	—	—
21	7.8	7.1	8.2	”	”	”
22	8.0	7.3	8.2	”	”	”
23	8.1	7.1	8.2	”	”	”
24	8.1	7.2	8.3	”	”	”
25	8.1	7.2	8.3	”	”	”
26	7.9	7.2	8.2	”	”	”
27	7.7	7.2	8.6	”	”	”
28	7.7	6.9	8.6	”	”	”
29	8.0	6.8	8.6	”	”	”
30	8.2	6.5	8.6	”	”	”
31	8.0	6.7	8.3	”	”	”
32	7.8	7.8	6.5	”	”	”
33	7.4	5.8	7.7	”	”	”
34	7.1	roto	6.5	”	”	”
35	6.8	5.1	6.8	”	”	”
36	6.1	5.1	6.5	”	”	”
37	6.0	4.9	6.5	”	”	”
38	5.7	4.5	6.1	”	”	”
39	5.3	4.0	5.7	”	”	”
40	4.8	3.4	4.2	”	”	”
41	4.6	2.9	3.6	”	”	”
42	3.8	2.3	3.6	”	”	”
43	3.3	2.2	roto	”	”	”
44	2.7	1.7	roto	”	”	”
45	2.2	1.2	2.1	”	”	”
46	1.9	0.8	roto	”	”	”
47	1.4	0.3	roto	”	”	”
48	0.8	0.2	—	”	”	”
49	—	Ninguno	”	”	”	”
50	”	”	”	”	”	”
51	”	”	”	”	”	”
52	”	”	”	”	”	”
53	”	”	”	”	”	”
54	”	”	”	”	”	”
55	”	”	”	”	”	”
56	”	”	”	”	”	”
57	”	”	”	”	”	”
58	”	”	”	”	”	”
59	”	”	”	”	”	”
60	”	”	”	”	”	”

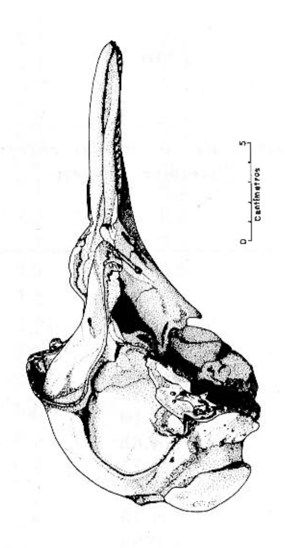
TABLA 9

Alturar mayor del lado izquierdo de los huesos chevrones (en orden descendente)
Ejemplar número

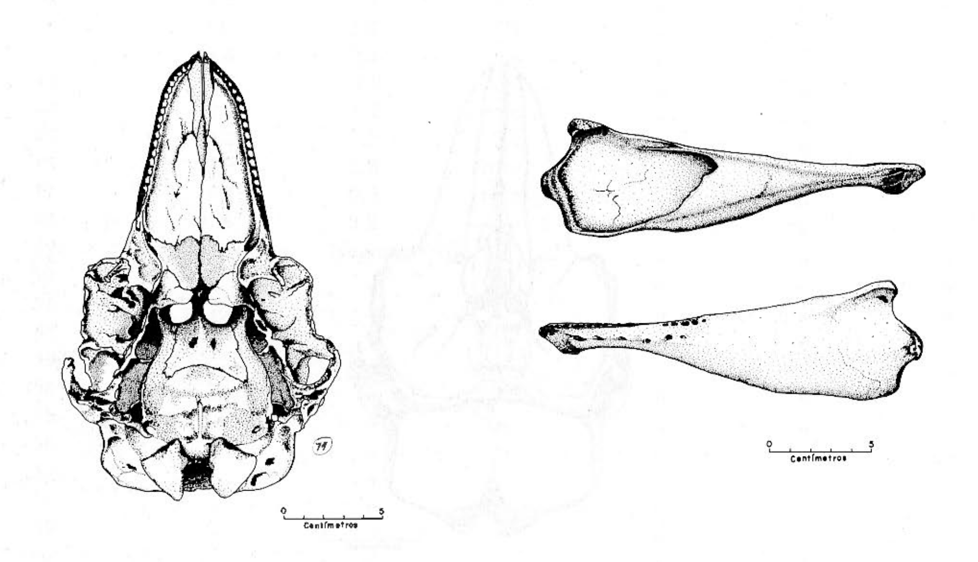
1	*2*	*3*
3.20	2.58	2.96
3.16	2.55	2.46
3.11	2.50	2.28
3.00	2.42	1.82
2.93	2.40	1.63
2.75	2.10	1.23
2.46	1.88	1.12
2.29	1.77	1.08
1.97	1.41	
1.65	1.15	
1.47	0.95	
1.33	0.87	
1.15	0.77	
1.01	0.70	
1.01	0.70	



(Fig. 6). **Vista dorsal del cráneo del ejemplar 19589 I.B.** (a escala).



(Fig. 7). Vista lateral del cráneo del ejemplar 19589 I.B. (a escala).



(Fig. 8). Vista ventral del cráneo del ejemplar 19589 I.B. (a escala). (Fig. 11). Vista lateral e interna de la mandíbula del ejemplar 19589 I.B. (a escala). (Tabla 2) Lista de las medidas del cráneo (clásicas y no clásicas) usadas en este texto.

Discusión

Hasta hace poco tiempo, poca o ninguna investigación se había hecho acerca de los cetáceos en Puerto Peñasco y hasta 1979, el único registro de *Procoena sinus* que existía fue de ejemplares recolectados en o cerca de San Felipe y el Golfo de Santa Clara. Como consecuencia de los tres últimos hallazgos en Puerto Peñasco, el área de distribución de este animal puede extenderse ahora para incluir una gran porción del Golfo de California (Fig. 11). La distribución total de *P. sinus* se considera ser más extensa y probablemente incluye áreas que se extienden hasta la parte inferior del Golfo (Norris and Prescott, 1961; Villa R. B., 1976).

Se sospecha que la pesca de totoaba es uno de los mayores factores en la mortalidad de *P. sinus,* como resultado de la captura incidental en las redes agalleras, colocadas en las aguas someras de la parte superior del Golfo de California (Villa-R. B., 1976). Las operaciones de pescar con redes comenzaron cuando la totoaba emigró hacia el norte en una dirección inversa a la de las manecillas del reloj, antes de llegar al Golfo de Santa Clara. La totoaba se pescó aquí intensamente llegando a capturarse hasta más de 400 toneladas métricas por año. La totoaba completaba su emigración en San Felipe, Baja California, en donde otra vez se pescaba con intensidad y se llegaron a obtener, algunas veces, más de 500 toneladas métricas de este pescado, anualmente. La emigración observada terminaba cuando la totoaba se dispersaba en las aguas profundas como a veinticinco kilómetros al sur de San Felipe (Flanagan and Hendrickson, 1976; Hendrickson, comunicación personal).

La industria de la totoaba en Puerto Peñasco nunca ha sido de gran importancia (menos de 200 toneladas métricas por año), pero la ciudad sostiene una gran industria camaronera con más de 150 barcos camaroneros. La pesca con redes agalleras es, también, un método popular frente a las costas de Puerto Peñasco y en las playas de la estación, pero el diámetro de las redes es pequeño y plantea pocos problemas a la vaquita.

Aunque la industria de la pesca de totoaba en Puerto Peñasco no parece plantear una amenaza a la sobrevivencia de *P. sinus,* débese hacer notar que los mamíferos marinos que son capturados incidentalmente en las redes agalleras se mueren inmediatamente, por lo general, a causa de su comportamiento destructivo en esas redes y por asfixia.

El más remoto registro de Phocoenidae se conoce de cráneos de *Laxolithax sinuosa* (Kellogg, 1931) y *L. stoctoni* (Wilson, 1973) del Mioceno, del registro fósil de California.

Norris y McFarland (1958) discuten los factores que pueden haber causado la evolución de *P. sinus* en las aguas subtropicales del Golfo de California. Primero, durante finales del Pleistoceno, los mares fueron más fríos y muchos animales ligados a la superficie cruzaron la barrera ecuatorial en esta época. Estos autores dicen: "es muy probable que una forma ancestral de *P. spinnipinnis* cruzó las latitudes tropicales en aquel tiempo, cuando la corriente sud-

americana de Humboldt (en la que ahora se encuentra *spinnipinnis*) convergió con una extensión de una contraparte del Norte...". Norris y McFarland, 1958).

Segundo, el Golfo de California ha actuado como una trampa, encerrando a muchas especies de climas templados a medida que la fauna llegó a quedar aislada durante el Pleistoceno. Estos autores continúan diciendo: "Parece posible que después de que el ancestro de *P. sinus* alcanzó el Golfo de California de Sudamérica y el agua se comenzó a calentar con la retirada de las capas de hielo continentales el cochito se retiró a la parte superior del Golfo" (Norris y McFarland, 1958).

Aunque las vértebras posteriores (lumbar y caudal) de *P. sinus* recuerdan más cercanamente a las de *P. phocoena* con su espina neural proyectándose antèriormente (Fig. 10), llevan sólo tres vértebras cervicales fusionadas como en *P. spinnipinnis* (Allen, 1925). *P. phocoena* se considera ser el focenido más altamente evolucionado con seis vértebras cervicales fusionadas.

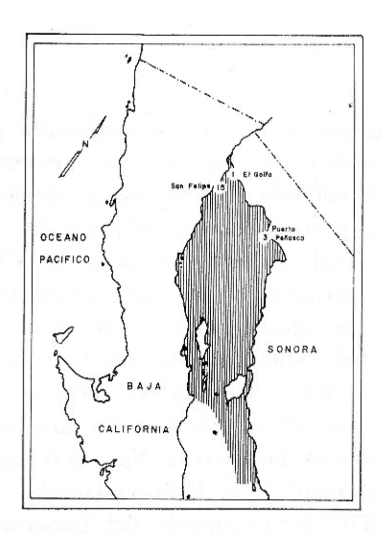
Aunque *P. sinus* parece estar íntimamente aliada a *P. phocoena* en muchas analogías osteológicas (Tabla 10), creemos improbable que *P. sinus* evolucionó de *P. phocoena* y subsecuentemente pasó por "de-fusión" para lograr su presente condición de tres vértebras cervicales fusionadas. Es más probable que *P. phocoena* y *P. sinus* se originaran como una línea divergente de un tronco común al sur del ecuador, *P. spinnipinnis* durante el Pleistocoeno como ha sido propuesto por Norris y McFarland (1958).

TABLA 10

	No de vértebras	*Longitud total*	*No. de cervicales fusionadas*
P. phocoena	64-67	1.5-1.6 m	6
P. spinipinnis	68	1.6 promedio	3
P. dioptrica	66-70	1.9-2.0 m	4-5
P. sinus	50-60	1.3-1.5 m	3

TABLA 10 (continuación)

	No. de dientes	*Angulo de la espina neural*	*Long. del rostro*	*Desviación del rostro*
P. phocoena	27-28 26-26	ant.	15.7 cm	23
P. spinipinnis	16-16 17-18	post.	14.1 cm	0
P. dioptrica	18-23 16-19	ant.	15.2 cm	0
P. sinus	21-21 18-18	neut.	11-12 cm	22-24



(Fig. 9). **Mapa mostrando las localidades del norte del Golfo de California y los sitios aproximados de recuperación documentada de *Phocoena sinus,* incluyendo los tres de Puerto Peñasco, Sonora, México.**

Posterior

Anterior

P. SPINIPINNIS P. SINUS P. PHOCOENA

(Fig. 10). Comparación de la inclinación de la espina neural de una vértebra caudal en tres especies de *Phocoena.* Los mostrados aquí son *Phocoena spinipinnis* (proyección posterior de la espina neural) a la izquierda del segmento vertebral de *P. sinus* (espina neural con proyección neutral) la cual está a la izquierda de *Phocoena phocoena* (espina neural proyectándose anteriadamente).

AGRADECIMIENTOS

Aunque esta investigación se inició principalmente por los autores, la ayuda económica fue proporcionada por Nicholas P. Yensen del Desert Development Foundation, así como el transporte y la ayuda técnica. Entre los individuos y las instituciones que nos proporcionaron información, laboratorios y ayuda técnica figuran: Peggy J. Turk, director residente de CEDO en Puerto Peñasco, quien amablemente nos permitió el uso del laboratorio marino para la preparación del ejemplar No. 3. Agradecemos al Dr. Robert L. Brownell, Jefe de la División de Mamíferos, del Departamento del Interior del Gobierno de los Estados Unidos de América del Norte por su cooperación para obtener el ejemplar número 2 y proporcionarnos información útil sobre el tópico acerca de *Phocoena sinus.* Agradecemos también a Yar Petryszyn, Dr. Donald Thomson y al Dr. John R. Hendrickson de la Universidad de Arizona. Expresamos nuestra especial gratitud al Dr. James Shively del Laboratorio de Patología Animal por permitirnos preparar el eqemplar número 2 en su laboratorio de la Universidad de Arizona. La bióloga María Canela R. mecanografió este trabajo en su versión final en la procesadora de palabras del Instituto de Biología, UNAM. También al Sr. Fernando Zapata que contribuyó mucho en las correcciones en Español.

Cualquier error en el texto es de la responsabilidad de los autores.

LITERATURA CONSULTADA

ALLEN, G. M., 1925. Burmeisters Porpoise (*Phocoena spinnipinnis*) Bull. Mus. Comp. Zool. Harv. (67): pt. 5, 251-261.

——, 1983. *Phocoena sinus* Norris and MacFarland, 1958 Cochito, Gulf of California Harbor Purpoise Mamm. Species, 198: 1-3, 4 figs.

FITCH, J. E., and R. L. BROWNELL JR., 1968. Fish Otoliths in Cetacean Stomach and their Importance in Interpreting Feeding Habits. J. Fish Res. Board Can., 25(12): 2561-2574.

FLANAGAN, C. A. and J. R. HENDRICKSON, 1976. Observations on the Commercial Fishery and Reproductive Biology of the Totoaba, *Cynoscion macdonaldi,* in the Northern Gulf of California. Fish. Bull. (US), Vol. 74, No. 3.

KELLOGG, R., 1931. Pelagic Mammals from Temblor Formation of the Kern River Region, California Proc. California Acad. Sci., ser. 4, 19: 217-397

MCINTYRE, D. R., 1981. Natural History Museum of Los Angeles County (LACM) Unpubhlished list of recovered *P. sinus* specimens.

NOBLE, B. A. and F. C. FRASER, 1971. Description of a Skeleton and Supplementary Notes on the Skull of a Rare Porpoise *Phocoena sinus* Norris and McFarland, 1958. J. Nat. Hist., 5: 447-464.

NORRIS, K. S., and W. N. MCFARLAND, 1958. A New Harbour Porpoise of the Genus *Phocoena* from the Gulf of California. J. Mamm. (39): 1 22-39.

NORRIS, K. S., and J. H. PRESCOTT, 1961. Observations on Pacific Cetaceans of California and Mexican Waters. Univ. of California Publ. Zool. 64(4): 291-402 .

ORR, R. T., 1969. An Additional Record of *Phocoena sinus.* J. Mamm., 50(2): 382.

VILLA-RAMÍREZ, B., 1976. Report on the Status of *Phocoena sinus* Norris and McFarland 1958, in the Gulf of California. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México 47, ser. Zoología (2): 203-308.

——, 1978. Especies Mexicanas de Vertebrados Silvestres Raras o en Peligro de Extinción An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México 47, ser. Zoología (1): 303-320.

WATSON, L., 1981. Sea Guide to Whales of the World. Threshold Foud. E. P. Dutton New York, N. Y., 302 pp.

WILSON, L. E., 1973. A Delphinid (Mammalia, Cetacea) from the Miocene of Palos Verdes Hills, California. Univ. Publ. Geol. Sci., 103: 1-34.